

露天煤矿坡道修筑技术及其优化策略研究

石慧君

哈尔乌素露天煤矿 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要：随着露天煤矿开采规模的持续扩大，坡道修筑技术及其优化策略对于提高开采效率、保障安全生产显得尤为关键。本文深入分析了露天煤矿坡道修筑的现状及存在的具体问题，详细探讨了坡道修筑的关键技术，并在此基础上提出了针对性的优化策略，期望为露天煤矿坡道修筑提供有益的参考和借鉴。

关键词：露天煤矿；坡道修筑技术；优化策略；安全生产；关键技术

引言

露天煤矿坡道作为矿石、设备、人员等运输的重要通道，其稳定性和效率对矿山的安全生产和经济效益具有直接影响。然而，在实际操作中，坡道修筑往往面临地质条件复杂、施工难度大、效率与成本矛盾等多重挑战。因此，深入研究露天煤矿坡道修筑技术及其优化策略具有重要的现实意义和实用价值。

1 露天煤矿坡道修筑现状及问题

1.1 现状

当前，露天煤矿坡道修筑主要采用机械开挖和爆破相结合的方式。机械开挖适用于地质条件较好的区域，如土层、软岩等，通过挖掘机、推土机等设备进行开挖和整形。而爆破则多用于岩石坚硬、难以直接开挖的地段，通过炸药爆炸产生的能量破碎岩石，形成坡道。然而，由于地质条件的复杂性和施工技术的局限性，坡道修筑过程中仍存在诸多问题。

1.2 问题

地质条件复杂：露天煤矿地质条件多变，包括软弱岩层、断层、节理、地下水等，这些地质构造对坡道稳定性构成严重威胁。在软弱岩层地段，坡道易发生滑坡、塌方等事故；在断层、节理发育地段，岩石破碎，难以形成稳定的坡道；在地下水丰富地段，水对岩石的侵蚀和软化作用加剧了坡道的不稳定性。施工难度大：在高陡边坡和复杂地质条件下，坡道修筑施工难度大，安全风险高。需要采用特殊的施工技术和设备，如高空作业平台、锚杆钻机、爆破设备等，对施工人员的技术水平 and 安全意识要求较高。效率与成本矛盾：追求施工效率往往导致成本增加，如采用大型机械设备、加快施工进度等，都会增加施工成本；而降低成本又可能影响施工质量和进度，如采用劣质材料、减少施工工序等，都会降低坡道的稳定性和安全性。

2 露天煤矿坡道修筑关键技术

2.1 地质勘察与评估

地质勘察工作应通过多种手段进行，包括钻探、坑探、物探等。钻探是通过钻孔取芯来直接观察地下岩层的性质和结构，是地质勘察中最直接、最准确的方法之一。坑探则是通过开挖探槽或探井来揭露地下岩层，适用于地表覆盖层较薄或需要详细了解某一特定区域的地质情况。物探则是利用物理性质（如电性、磁性、重力等）的差异来探测地下岩层的分布和性质，具有效率高、成本低等优点。通过地质勘察，可以获取地质构造、岩层性质、水文条件、地震活动等多方面的信息。地质构造信息对于判断坡道的稳定性至关重要，如断层、褶皱等地质构造可能导致坡道失稳。岩层性质则决定了坡道的开挖难度和支护方式，如软弱岩层需要采取特殊的支护措施。水文条件影响坡道的排水设计和施工安全性，如地下水丰富地段需要加强排水措施。地震活动则可能对坡道的稳定性造成长期影响，需要在设计和施工中予以考虑^[1]。根据地质勘察结果，需要对坡道修筑地段的稳定性进行评估。评估方法包括定性分析和定量分析两种。定性分析主要是根据地质勘察资料和工程经验，对坡道的稳定性进行初步判断。定量分析则是通过力学计算或数值模拟等方法，对坡道的稳定性进行量化评估。评估结果将作为后续设计和施工的重要依据，确定合理的边坡角和开挖方案。

2.2 爆破技术

爆破技术的关键在于选择合适的爆破参数和爆破方法。爆破参数包括炸药类型、装药量、爆破孔布置方式等。炸药类型应根据岩石性质、爆破效果要求等因素来选择，如对于硬度较高的岩石，应选择威力较大的炸药。装药量则需要根据爆破孔的深度、直径以及岩石的破碎难度来确定，过多或过少的装药量都会影响爆破效果。爆破孔布置方式则需要根据开挖形状和爆破效果要

求来设计,如采用梅花形、方形等布置方式。除了选择合适的爆破参数外,还需要采用先进的爆破技术来提高爆破效果和安全性。预裂爆破是一种在开挖边界上预先形成裂缝的爆破方法,可以有效地控制爆破范围,减少对边坡的破坏作用。减震爆破则是通过调整炸药类型和装药量,以及采用特殊的爆破孔布置方式,来降低爆破产生的震动波对边坡的影响。这些先进技术的应用,可以显著提高爆破效果和安全性,为坡道的顺利修筑提供保障^[2]。在实施爆破作业时,还需要严格遵守安全规程,确保作业人员的安全。爆破前应应对爆破区域进行清理,设置安全警戒线,并通知周边人员撤离。爆破过程中应安排专人负责指挥和监控,确保爆破作业的顺利进行。爆破后应及时检查爆破效果,并对爆破区域进行清理和处理,为后续的开挖和支护工作创造条件。

2.3 机械开挖与支护

机械开挖需要选择合适的挖掘机、推土机等设备。挖掘机主要用于挖掘岩石和土壤,将其装入运输车辆或堆放在指定地点。推土机则主要用于平整场地和推运土壤等。在选择设备时,需要考虑设备的性能、适用范围以及作业效率等因素,确保设备能够满足开挖要求。根据设计要求进行开挖和整形是机械开挖的关键。开挖前应根据设计图纸和施工方案,确定开挖范围、深度和形状等参数。开挖过程中应严格控制开挖进度和深度,避免超挖或欠挖现象的发生。整形则是在开挖完成后,对坡道表面进行平整和处理,使其符合设计要求。对于边坡稳定性较差的地段,需要及时进行支护处理。支护结构的选择应根据地质条件、开挖深度以及支护要求等因素来确定。常见的支护结构包括锚杆、锚索、格构梁等。锚杆是一种将钢筋或钢管锚入岩体中,通过锚固力作用来增强边坡稳定性的支护结构。锚索则是将钢绞线或钢丝绳锚入岩体中,通过张拉作用来提供支护力。格构梁则是由钢筋混凝土或钢材制成的框架结构,可以用于支撑边坡并增强其稳定性。支护结构的施工应严格按照设计图纸和施工方案进行。施工过程中应加强对支护结构的监测和维护工作,确保其长期有效。如发现支护结构出现变形、裂缝等异常情况时,应及时采取措施进行加固或修复,防止边坡失稳事故的发生。

2.4 排水系统

地表排水主要采用排水沟、截水沟等设施。排水沟是设置在坡道两侧或底部的沟渠,用于收集并引排雨水。截水沟则是设置在坡道上方的沟渠,用于拦截并引排上坡方向的雨水。这些设施的设计应考虑雨水的流量、流速以及坡道的坡度等因素,确保其能够有效地将

雨水引排至坡道外侧或指定地点。地下排水主要采用盲沟、排水井等设施。盲沟是设置在坡道底部或边坡内部的沟渠,用于收集并引排地下水。排水井则是设置在盲沟末端或地下水位较高的地方的井状结构,用于将地下水抽排至地面或矿区排水系统。这些设施的设计应考虑地下水的流量、水位以及岩土体的渗透性等因素,确保其能够有效地将地下水引排至指定地点。排水系统的施工应严格按照设计图纸和施工方案进行。施工过程中应加强对排水设施的监测和维护工作,确保其畅通有效。如发现排水设施出现堵塞、破损等异常情况时,应及时采取措施进行清理或修复,防止雨水冲刷和地下水渗透对坡道稳定性的影响。

3 露天煤矿坡道修筑优化策略

3.1 优化设计方案

设计方案是露天煤矿坡道修筑的蓝图,其科学性与合理性直接关系到后续施工的效率、成本及安全性。因此,优化设计方案是坡道修筑优化的首要任务。在地质勘察结果的基础上,应综合考虑施工条件、技术要求及经济效益,制定科学合理的坡道修筑设计方案。具体而言,设计方案应充分考虑边坡的稳定性,通过地质力学分析确定合理的边坡角,避免因边坡过陡而导致的滑坡、崩塌等地质灾害。同时,应合理规划开挖顺序,确保施工过程的连续性和高效性。在支护方式的选择上,应根据地质条件和开挖深度,采用锚杆、锚索、格构梁等适宜的支护结构,增强边坡的稳定性。为了进一步提升设计方案的科学性和可行性,应采用先进的设计理念和方法。三维建模技术可以直观地展示坡道的空间形态和结构特征,为设计方案的制定提供直观的参考。数值模拟技术则可以对边坡的稳定性、支护结构的受力状态等进行量化分析,为设计方案的优化提供科学依据。通过三维建模和数值模拟技术的结合应用,可以对设计方案进行全面的优化和验证,确保其可行性和安全性。

3.2 采用先进施工技术

施工技术的先进性直接关系到坡道修筑的施工效率和质量。因此,应积极引进和推广先进的施工技术和设备,提高坡道修筑的整体水平。在开挖技术方面,可以采用液压正铲或前装机配合推土机修筑煤层斜坡道。液压正铲具有挖掘力大、操作灵活等优点,可以提高开挖效率。前装机则适用于狭窄空间的开挖作业,可以与推土机配合使用,形成高效的开挖作业线。通过采用这些先进的开挖技术,可以提高开挖效率和边坡稳定性,降低施工成本。在爆破技术方面,可以利用爆堆伸出减少坡道形成推运量。通过合理控制爆破参数和爆破方法,

可以使爆堆形成一定的伸出量,从而减少后续推运的工作量^[3]。同时,应采用预裂爆破、减震爆破等先进技术,减少爆破对边坡的破坏作用,提高爆破效果和安全性。在智能化施工方面,可以引入智能化施工设备和系统,实现施工过程的自动化和智能化控制。例如,可以采用智能挖掘机、智能推土机等设备,通过远程控制或自动驾驶技术,提高施工效率和安全性。同时,可以引入智能化施工管理系统,对施工过程进行实时监控和管理,确保施工的顺利进行。

3.3 加强边坡治理

边坡稳定性是露天煤矿坡道修筑中的重要问题。为了确保边坡的稳定性,必须加强边坡治理工作。首先,应设置挡墙、锚杆、锚索等工程措施来增强边坡的稳定性。挡墙可以设置在边坡的坡脚或坡顶,用于阻挡滑坡体的下滑。锚杆和锚索则可以将边坡岩体锚固在稳定的地层中,提高边坡的整体稳定性。这些工程措施应根据地质条件和边坡形态进行合理设计和施工,确保其有效性和可靠性。其次,应加强对边坡的监测和维护工作。通过安装监测设备、定期巡查等方式,实时监测边坡的稳定性状态。如发现边坡出现裂缝、滑坡等异常情况时,应及时采取措施进行加固或修复,防止边坡失稳事故的发生。

3.4 注重环境保护

露天煤矿坡道修筑过程中,应注重环境保护工作,减少对周边环境的影响。首先,应采取有效措施减少地表植被和土壤的破坏。在施工前,应对施工区域进行详细的调查和分析,合理规划施工路线和作业区域,尽量避免对地表植被和土壤的破坏。在施工过程中,应采取覆盖、洒水等措施减少扬尘和土壤流失。施工结束后,应及时进行土地复垦和植被恢复工作,恢复生态环境的原貌^[4]。其次,应加强爆破作业过程中的粉尘和噪音控制。通过采用先进的爆破技术和设备,减少爆破产生的粉尘和噪音。同时,可以设置防尘网和隔音屏障等设施,进一步降低粉尘和噪音对周边环境的影响。

3.5 实施动态监测与调整

在坡道修筑过程中,应实施动态监测与调整策略,确保施工过程的顺利进行和边坡的稳定性。首先,应安

装监测设备对边坡的稳定性、支护结构的状态、排水系统的运行情况等进行实时监测。监测设备应包括位移传感器、应力传感器、水位计等,可以实时监测边坡的位移、应力变化以及地下水位等情况。通过实时监测数据的分析和处理,可以及时发现边坡失稳、支护结构破损、排水系统堵塞等异常情况,为施工决策提供依据。其次,应定期巡查施工区域和边坡状态,及时发现并处理潜在的安全隐患。巡查人员应具备专业的知识和技能,能够准确判断边坡的稳定性和支护结构的状态。如发现异常情况时,应及时报告并采取措施进行处理。最后,应建立完善的监测数据分析和评估体系。对监测数据进行深入分析和评估,可以揭示边坡稳定性、支护结构受力状态等内在规律,为施工决策提供科学依据。同时,通过对监测数据的长期积累和分析,可以总结施工经验,优化施工方案和措施,提高坡道修筑的整体效能。

结语

露天煤矿坡道修筑技术及其优化策略对于提高开采效率、保障安全生产具有重要意义。通过地质勘察与评估、爆破技术、机械开挖与支护、排水系统等关键技术的应用,以及优化设计方案、采用先进施工技术、加强施工管理、实施动态监测与调整等优化策略的实施,可以有效解决坡道修筑过程中存在的问题,提高坡道的稳定性和施工效率。未来,随着科技的进步和施工技术的不断创新,露天煤矿坡道修筑技术将进一步完善和发展。同时,应继续加强对露天煤矿坡道修筑技术及其优化策略的研究和探索,为露天煤矿的安全生产和可持续发展提供有力支撑。

参考文献

- [1]李文明,刘月亭,郭江州.大型露天煤矿修筑坡道技术[J].神华科技,2019,17(05):20-22.
- [2]张鹏姣.哈尔乌素露天煤矿斜坡道修筑的理论推演及方法比选[J].煤炭工程,2021,53(S1):1-5.
- [3]许俊凯,林喜珊,闫彬彬,等.露天煤矿区黄土高切坡稳定性分析[J].三峡生态环境监测,2019,4(02):45-52.
- [4]郭雁斌,张禹,吕文伟,等.特大型露天煤矿道路修筑及养护方法[J].露天采矿技术,2022,37(06):58-60.